

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 06027320  
PUBLICATION DATE : 04-02-94

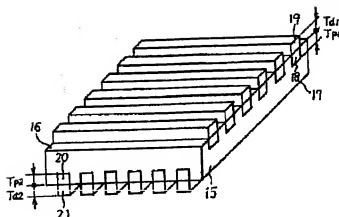
APPLICATION DATE : 10-07-92  
APPLICATION NUMBER : 04183268

APPLICANT : NEC CORP;

INVENTOR : KATAYAMA RYUICHI;

INT.CL. : G02B 5/30 G02B 5/18

TITLE : DOUBLE REFRACTIVE DIFFRACTION  
GRATING TYPE POLARIZER



ABSTRACT : PURPOSE: To obtain an extinction ratio sufficient for practicable use over a wide wavelength range of incident light.

CONSTITUTION: The diffraction gratings of proton exchange regions 18 and phase compensation films 19 are formed on a surface 16 of a lithium niobate substrate 15. The diffraction gratings of proton exchange regions 20 and phase compensation films 21 are formed on the surface 17. The phase difference between the line parts and base parts of the diffraction gratings of the surface 16 is 0 with an ordinary light component and  $\pi$  with an extraordinary light component in the case of a wavelength  $\lambda_1$  of incident light. The phase difference between the line parts and base parts of the diffraction gratings of the surface 17 is 0 with the ordinary light component and  $\pi$  with the extraordinary light component in the case of a wavelength  $\lambda_2$  ( $\lambda_1 < \lambda_2$ ) of the incident light. The high extinction ratio is obtd. by the diffraction gratings formed on the surface 16 if the wavelength of the incident light is smaller than  $\lambda_1$ . The high extinction ratio is obtd. by the diffraction gratings formed on the surface 17 if the wavelength of the incident light is larger than  $\lambda_2$ . The necessary extinction ratio is assured by adequately determining the values of the  $\lambda_1, \lambda_2$  even if the wavelength of the incident light exists between the  $\lambda_1$  and the  $\lambda_2$ .

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-27320

(43) 公開日 平成6年(1994)2月4日

(51) Int.Cl.<sup>2</sup>G 0 2 B 5/30  
5/18

識別記号

庁内整理番号

9018-2K

9018-2K

F 1

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特開平4-183268

(22) 出願日 平成4年(1992)7月10日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社  
東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者

片山 龍一  
東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式  
会社内

(74) 代理人 弁護士 京本 直樹 (外2名)

(54) 【発明の名称】 複屈折回折格子型偏光素子

(57) 【要約】

【目的】 入射光の広い波長範囲にわたって実用上十分な高い消光比を得る。

【構成】 ニオブ酸リチウム基板15の面16に、プロトン交換領域18及び位相補償膜19の回折格子が形成され、面17に、プロトン交換領域20及び位相補償膜21の回折格子が形成される。面16の回折格子は、入射光の波長 $\lambda_1$ の場合に、ライン部とスペース部の位相差が常光成分に対しては0、異常光成分に対しては $\pi$ になる。また、面17の回折格子は、入射光の波長 $\lambda_2$  ( $\lambda_2 < \lambda_1$ ) の場合に、ライン部とスペース部の位相差が常光成分に対しては0、異常光成分に対しては $\pi$ になる。入射光の波長 $\lambda_1$  より小さい場合は、面16に形成された回折格子により高い消光比が得られ、入射光の波長 $\lambda_2$  より大きい場合は、面17に形成された回折格子により高い消光比が得られる。入射光の波長 $\lambda_1$  と $\lambda_2$  の間にある場合にも、 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  の値を適当に定めることにより、必要な消光比を確保する。

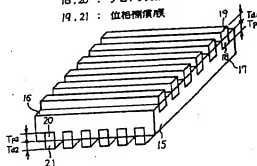
15: ニオブ酸リチウム基板

16: 第一の面

17: 第二の面

18, 20: プロトン交換領域

19, 21: 位相補償膜



(2)

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 屈折性を有する結晶基板の第一の面に、周期的なイオン交換領域およびこのイオン交換領域上に設けられた誘電体膜からなる回折格子が形成され、かつ前記第一の面と対向する第二の面に、前記周期的なイオン交換領域からなる回折格子が、前記第一の面に形成された回折格子と溝の方向が直交して形成される複屈折回折格子型偏光子において、前記第一の面に形成された回折格子では、第一の波長の入射光のうちイオン交換領域および誘電体膜を通過する部分と通過しない部分の位相差が常光成分に対しては0、異常光成分に対しては $\pi$ となるようなイオン交換領域の深さ $T$ と誘電体膜の厚さ $\lambda$ を有し、かつ前記第二の面に形成された回折格子では、前記第一の波長と異なる第二の波長の入射光のうちイオン交換領域および誘電体膜を通過する部分と通過しない部分の位相差が常光成分に対しては0、異常光成分に対しては $\pi$ となるイオン交換領域の深さ $T$ と誘電体膜の厚さ $\lambda$ を有することを特徴とする複屈折回折格子型偏光子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は光通信装置や光情報処理装置に用いる複屈折回折格子型偏光子に関する。

【0002】

【従来の技術】 偏光子は入射光のうちの特定の偏光成分\*

$$\begin{aligned} \eta_0 &= \cos^2 \tau & \dots (1) \\ \eta_1 &= 2(2/\pi)^2 \sin^2 \tau & \dots (2) \\ \tau &= (\pi/\lambda) [T, \Delta n + T, (n_1 - 1)] & \dots (3) \end{aligned}$$

図4にこの複屈折回折格子型偏光子における入射光の位相変化を示す。(a)は光学軸に垂直な面光成分(常光成分)に対応しており、プロトン交換領域における位相変化量4と位相補償膜における位相変化量5の符号は逆である。(b)は光学軸に平行な偏光成分(異常光成分)に対応しており、プロトン交換領域における位相変化量6と位相補償膜における位相変化量7の符号は同じである。図に示すように、 $T$ 、および $T$ を適当に定めることにより、回折格子のライン部とスペース部の位相差 $2\tau$ を、常光成分に対しては0、異常光成分に対しては $\pi$ にすることができ。従って式(1)、(2)より、常光成分は $\eta_0 = 1$ 、 $\eta_1 = 0$ となるため回折されず1に全て透過し、異常光成分は $\eta_0 = 0$ 、 $\eta_1 = 0.81$ となるため透過せずに全て回折される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 図3に示す従来の複屈折

$$\epsilon_1 = -10 \log [\cos^2 (\pi \lambda_0 / 2 \lambda)]$$

図5に $\lambda_0 = 520 \text{ nm}$ としたときの、この複屈折回折格子型偏光子における入射光の波長 $\lambda$ と消光比 $\epsilon_1$ の関係計算した結果を示す。入射光の波長が設計波長からずれるに従って消光比は低下し、可視光領域の下限波長である390 nmおよび上限波長である780 nmにお

\*のみを取り出す素子であり、光通信光源モジュールや光ディスクヘッド、投写型ディスプレイ等の光学系中に用いられている。偏光子の種類としては、グラフェンソリッド膜等の複屈折性の結晶における偏光による屈折率の違いを利用するものや、ガラスの表面に誘電体多層膜をコーティングし、この誘電体多層膜における偏光による透過率、反射率の違いを利用するものが多く使われている。これらに対し、近年、小型で低価格であることを特徴とした、特開昭63-314502公報に示すような複屈折回折格子型偏光子が提案されている。

【0003】 図3に従来の複屈折回折格子型偏光子の構成を示す。複屈折性を有する二オプティカル基板1上に、プロトン交換領域2および位相補償膜3から成る二層の回折格子が形成されている。位相補償膜3としては、例えばNb:O<sub>2</sub>が用いられる。また、回折格子のライン部とスペース部の幅は等しい。ここで次のように記号を定めると、式(1)～(3)が成り立つ。

【0004】  $\eta_0$ : 0次光の回折効率 (透過率)

$\eta_1$ :  $\pm 1$ 次光の回折効率の和

$\lambda$ : 入射光の波長

$T$ : プロトン交換領域の深さ

$T$ : 位相補償膜の厚さ

$\Delta n$ : プロトン交換領域と非交換領域の屈折率差

$n_1$ : 位相補償膜の屈折率

※ 回折格子型偏光子において、入射光の波長が偏光子の設計波長からずれると、それに伴って入射光の位相変化も図4に示す状態からずれる。ここで偏光子の設計波長を $\lambda_0$ とし、 $\Delta n$ および $n_1$ の波長依存性は小さいので無視して考える。常光成分に対しては、図4(a)に示すプロトン交換領域における位相変化量4と位相補償膜における位相変化量5のいずれが相殺されるため、常に $\tau = 0$ となる。一方、異常光成分に対しては、図4(b)に示すプロトン交換領域における位相変化量6と位相補償膜における位相変化量7のずれが加算されるため、 $\tau = (\pi \lambda_0 / 2 \lambda)$ となる。

【0006】 偏光子の重要な性能として、常光成分の透過率と異常光成分の透過率の比で与えられる消光比が挙げられる。消光比を $\epsilon_1$ とすると、式(4)が成り立つ。

【0007】

$$\epsilon_1 = -10 \log [\cos^2 (\pi \lambda_0 / 2 \lambda)] \quad \dots (4)$$

いは、約6 dBの消光比しか得られないことがわかる。

【0008】 このような消光比の低下を抑制するため、回折格子を二重化する方法が提案されている。図6に二重化した複屈折回折格子型偏光子の構成を示す。二

3  
 オブ酸リチウム基板8の第一の面9上に、プロトン交換領域11および位相補償膜12から成る二層の回折格子が形成されている。さらに、ニオブ酸リチウム基板8の第二の面10上に、プロトン交換領域13および位相補償膜14から成る二層の回折格子が形成されている。プロトン交換領域11と13の深さは共に $T_1$ であり、位相補償膜12と14の厚さは共に $T_2$ である。また、2度回折された光が透過光に重ならないように、二つの回折格子の溝の方向は互いに直交している。この二重化した偏光子の消光比を $\epsilon$ とすると、式(5)が成り立つ。

$$\epsilon = -20 \log [\cos^2 (\pi \lambda_1 / 2 \lambda_2)] \quad \dots (5)$$

図7に $\lambda_1 = 520 \text{ nm}$ としたときの、この複屈折回折格子型偏光子における入射光の波長 $\lambda$ と消光比 $\epsilon$ の関係を示す。入射光の波長 $\lambda$ に伴う消光比の低下量は抑制されており、可視光領域の下限波長である $390 \text{ nm}$ および上限波長である $780 \text{ nm}$ においては、約12 dBの消光比が得られているが、まだ十分とは言えない。

【0010】本発明の目的は、入射光の広い波長範囲にわたって十分な消光比が得られる複屈折回折格子型偏光子を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の複屈折回折格子型偏光子は、複屈折性を有する結晶基板の第一の面に、周期的なイオン交換領域およびこのイオン交換領域上に設けられた誘電体膜からなる回折格子が形成され、かつ前記第一の面と対向する第二の面に、前記周期的なイオン交換領域およびこのイオン交換領域上に設けられた誘電体膜からなる回折格子が、前記第一の面に形成された回折格子と溝の方向が直交して形成される複屈折回折格子型偏光子において、前記第一の面に形成された回折格子では、第一の波長の入射光のうちイオン交換領域および誘電体膜を通過する部分と通過しない部分の位相差が常光成分に対しては0、異常光成分に対しては $\pi$ となるようなイオン交換領域の深さと誘電体膜の厚さを有し、かつ前記第二の面に形成された回折格子では、前記第一の波長と異なる第二の波長の入射光のうちイオン交換領域および誘電体膜を通過する部分と通過しない部分の位相差が常光成分に対しては0、異常光成分に対しては $\pi$ となるイオン交換領域の深さと誘電体膜の厚さを有することを特徴とする。

【0012】

【作用】本発明の複屈折回折格子型偏光子においては、結晶基板の第一の面に形成された回折格子の第二の面に形成された回折格子で設計波長が異なっている。それぞ

$$\epsilon = -10 \log [\cos^2 (\pi \lambda_1 / 2 \lambda_2)] - 10 \log [\cos^2 (\pi \lambda_2 / 2 \lambda_1)] \quad \dots (6)$$

図2に $\lambda_1 = 420 \text{ nm}$ 、 $\lambda_2 = 690 \text{ nm}$ としたときの、この複屈折回折格子型偏光子における入射光の波長 $\lambda$ と消光比 $\epsilon$ の関係を示す。可視光領域を完全に含む $380 \text{ nm}$ から $810 \text{ nm}$ までの広い波長範囲にわたって16 dB以上の高い消光比が得られており、必要な消光比を確保することのできる波長範囲が従

4  
 \*相補償膜12と14の厚さは共に $T_2$ である。また、2度回折された光が透過光に重ならないように、二つの回折格子の溝の方向は互いに直交している。この二重化した偏光子の消光比を $\epsilon$ とすると、式(5)が成り立つ。

【0009】

※ $\lambda_1 < \lambda_2$ であるとする。入射光の波長 $\lambda$ がより小さい場合、主に第一の面に形成された回折格子の寄与により、従来例より高い消光比が得られる。一方、入射光の波長 $\lambda$ がより大きい場合、主に第二の面に形成された回折格子の寄与により、従来例より高い消光比が得られる。また、入射光の波長 $\lambda$ が $\lambda_1$ と $\lambda_2$ の間にある場合、消光比が従来例に比べて低下する領域が存在するが、 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ の値を適当に定めることにより、必要な消光比を確保することが可能である。その結果、従来例より広い波長範囲にわたって、実用上十分な高い消光比を得ることができる。

【0013】

【実施例】以下に図面を参照して本発明の実施例について説明する。図1は本発明の複屈折回折格子型偏光子の一実施例を示す斜視図である。

【0014】ニオブ酸リチウム基板15の第一の面16上に、プロトン交換領域18および位相補償膜19から成る二層の回折格子が形成されている。さらに、ニオブ酸リチウム基板15の第二の面17上に、プロトン交換領域20および位相補償膜21から成る二層の回折格子が形成されている。

【0015】プロトン交換領域18および20の深さはそれぞれ $T_{11}$ 、 $T_{12}$ であり、位相補償膜19および21の厚さはそれぞれ $T_{21}$ 、 $T_{22}$ である。また、2度回折された光が透過光に重ならないように、二つの回折格子の溝の方向は互いに直交している。 $T_{11}$ と $T_{21}$ の値は、入射光の波長 $\lambda_1$ の場合に、回折格子のライン部とスペース部の位相差が常光成分に対しては0、異常光成分に対しては $\pi$ になるように定められている。また、 $T_{12}$ と $T_{22}$ の値は、入射光の波長 $\lambda_2$ の場合に、回折格子のライン部とスペース部の位相差が常光成分に対しては0、異常光成分に対しては $\pi$ になるように定められている。この偏光子の消光比を $\epsilon$ とすると、式(6)が成り立つ。

$$\epsilon = -10 \log [\cos^2 (\pi \lambda_1 / 2 \lambda_2)] - 10 \log [\cos^2 (\pi \lambda_2 / 2 \lambda_1)] \quad \dots (6)$$

来例に比べて拡大していることがわかる。

【0017】

【発明の効果】以上に述べたように本発明によれば、入射光の広い波長範囲にわたって実用上十分な高い消光比を実現することが可能な複屈折回折格子型偏光子を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の複屈折回折格子型偏光子の一実施例を示す斜視図である。

【図2】本実施例における入射光の波長の消光比の関係を示す相關図である。

【図3】従来の複屈折回折格子型偏光子の一例を示す側面図である。

【図4】従来例における入射光の位相変化を示す図である。

【図5】従来例における入射光の波長と消光比の関係を示す相關図である。

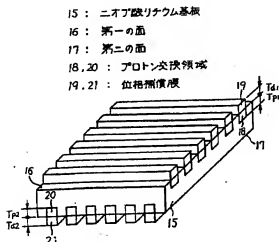
【図6】従来例の二重化した複屈折回折格子型偏光子を示す斜視図である。

【図7】従来例の二重化した複屈折回折格子型偏光子における入射光の波長と消光比の関係を示す相關図である。

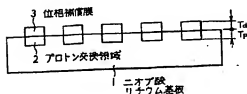
【符号の説明】

- 1 ニオブ酸リチウム基板  
2 プロトン交換領域

【図1】

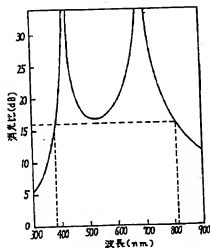


【図3】

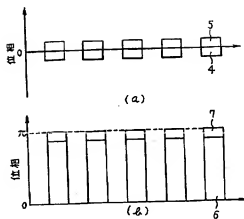


- 3 位相補償膜  
4 プロトン交換領域における位相変化量  
5 位相補償膜における位相変化量  
6 プロトン交換領域における位相変化量  
7 位相補償膜における位相変化量  
8 ニオブ酸リチウム基板  
9 第一の面  
10 第二の面  
11 プロトン交換領域  
12 位相補償膜  
13 プロトン交換領域  
14 位相補償膜  
15 ニオブ酸リチウム基板  
16 第一の面  
17 第二の面  
18 プロトン交換領域  
19 位相補償膜  
20 プロトン交換領域  
21 位相補償膜

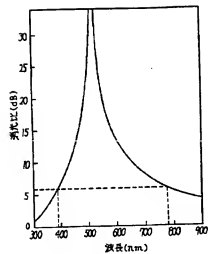
【図2】



【図4】

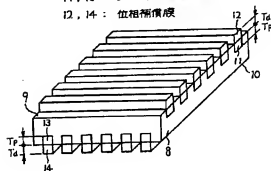


【図5】



【図6】

- 8 : ニオブ酸リチウム基板  
 9 : 第一の面  
 10 : 第二の面  
 11, 13 : プロトン交換領域  
 12, 14 : 位相補償膜



【図7】

